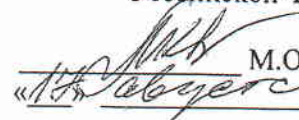


СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора Департамента
инноваций и перспективных исследований
Министерства науки и высшего образования
Российской Федерации

 М.О. Крисько
2019 г.

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XI МЕЖДУНАРОДНОЙ ПОЛЕВОЙ ШКОЛЫ**

«ТАЕЖНЫЕ ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ»

шифр темы

Государственный контракт от «9» июня 20 19 г. № 23.598.12.0129
в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям
развития научно-технологического комплекса на 2014-2020 годы»

(заключительный)

Этап № 1: «Организация и проведение международной полевой школы «таежные лесные экосистемы в условиях вечной мерзлоты»

Руководитель работ



подпись, дата

Максимов Т.Х

Якутск 2019

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

- | | |
|--------------------|--|
| 1. Максимов Т.Х. | д.б.н., г.н.с., ИБПК СО РАН |
| 2. Сугимото А. | профессор, Университет Хоккайдо, Япония |
| 3. Мордовской П.Г. | к.т.н., гл. ученый секретарь, ФИЦ ЯНЦ СО РАН |
| 4. Шеин А.А. | к.б.н., ученый секретарь, ИБПК СО РАН |
| 5. Чикидов И.И. | к.б.н., научн. сотр., ИБПК СО РАН |
| 6. Нагаи Ш. | PhD, научн. сотр., Центр исследований и развития по глобальным изменениям, JAMSTEC, Япония |
| 7. Котани А. | PhD, доцент, Университета Нагоя, Япония |
| 8. Тей Ш. | PhD, научн. сотр., Арктический научно-исслед. центр, Университет Хоккайдо, Япония |
| 9. Миямото Ю. | PhD, научн. сотр., Арктический научно-исслед. центр, Университет Хоккайдо, Япония |
| 10. Сато Т. | PhD, научн. сотр., Арктический научно-исслед. центр, Университет Хоккайдо, Япония |
| 11. Федоров А.Н. | к.г.н., зам. директора, ИМЗ СО РАН |
| 12. Сидорова Л.А. | канд. культурологии, доцент, СВФУ им. М.К. Аммосова |

СОСТАВ УЧАСТНИКОВ ШКОЛЫ

- | | |
|----------------------|--|
| 1. Петров Р.Е. | м.н.с., ИБПК СО РАН |
| 2. Нестерович А. С. | магистрант, СВФУ им. М.К. Аммосова |
| 3. Неустроев А.А. | магистрант, СВФУ им. М.К. Аммосова |
| 4. Николаева А.А. | магистрант, СВФУ им. М.К. Аммосова |
| 5. Сивцева М.Н. | магистрант, СВФУ им. М.К. Аммосова |
| 6. Лутфи Ф. | магистрант, СВФУ им. М.К. Аммосова |
| 7. Танекура К. | магистрант, Университет Хоккайдо, Япония |
| 8. Асано Ю. | магистрант, Университет Хоккайдо, Япония |
| 9. Хаяши Р. | магистрант, Университет Хоккайдо, Япония |
| 10. Нишио Д. | магистрант, Университет Хоккайдо, Япония |
| 11. Окамото Дж. | магистрант, Университет Хоккайдо, Япония |
| 12. Зуши Ю. | магистрант, Университет Хоккайдо, Япония |
| 13. Ендо Р. | магистрант, Университет Хоккайдо, Япония |
| 14. Юан Й. | магистрант, Университет Хоккайдо, Япония |
| 15. Старостин Е.В. | аспирант, ИБПК СО РАН |
| 16. Ноговицын А.В. | магистрант, Университет Хоккайдо, Япония |
| 17. Слепцов И.В. | н.с., ИБПК СО РАН |
| 18. Григорьев М.Р. | аспирант, ИБПК СО РАН |
| 19. Терентьева М.П. | инженер-исследователь, ИБПК СО РАН |
| 20. Явловский Д.М. | инженер, ИБПК СО РАН |
| 21. Нехоруков В.П. | лаборант, ИБПК СО РАН; |
| 22. Ксенофонтов С.В. | с.н.с., СВФУ им. М.К. Аммосова |
| 23. Шахматов Р.Ф. | аспирант, Университет Хоккайдо |
| 24. Васильева И.В. | инженер-исследователь, ИБПК СО РАН |
| 25. Макаров М.И. | аспирант, ИБПК СО РАН |

СОДЕРЖАНИЕ

Организация и проведение международной полевой школы «Тасжные лесные экосистемы в условиях вечной мерзлоты».....	5
Заключение	7
Резолюция	8
The LAI of larch trees of Forest in Spasskaya Pad (группа А).....	9
Birch, willow and alder LAI (группа В)	20
Surface vegetation LAI (группа С)	32
Root system of larch tree (группа D)	55

Организация и проведение международной полевой школы «Таежные лесные экосистемы в условиях вечной мерзлоты»

С 4 по 17 августа 2019 года в городе Якутске проведена международная полевая школа «Таежные лесные экосистемы в условиях вечной мерзлоты» на лесной научной станции «Спаская Падь» Института биологических проблем криолитозоны СО РАН. Полевая школа проведена при финансовой поддержке международной программы RJE3 (Япония) по подготовке экспертов для руководящей роли в области экологии, культуры и устойчивого развития в регионах Дальнего Востока и Заполярья и Министерства науки и высшего образования РФ с участием ведущих преподавателей и ученых Северо-восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, Университета Хоккайдо, Япония и Института биологических проблем криолитозоны СО РАН.



Участники и преподаватели международной полевой школы

Организаторами летней школы является Международный научно-исследовательский центр по биогеохимии и климатологии BEST при Институте естественных наук Северо-восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (д.б.н., профессор Трофим Максимов) и Университет Хоккайдо, Япония (профессор Атсуко Сугимото).

В работе летней школы участвуют 25 магистрантов и аспирантов из Университета Хоккайдо (Япония) и Северо-восточного федерального университета им. М.К. Аммосова.

Эти курсы дают отличную возможность для всех слушателей разработать совместный научный проект, включающий полевое наблюдение, анализ полученных данных и представление результатов исследований в последний день курсов. Во время курсов слушатели также посетят занятия по широкому спектру наук: Наука о Земле и Окружающей среде, Климатология, Метеорология, Гидрология, Физиология растений, Экология, Лесоводство и т.д.. Этот опыт

даст отличную возможность магистрантам и аспирантам, занимающимся исследованиями в различных областях науки, посредством плодотворных дискуссий и обменом опытом с теми, кто работает в других областях.

Были приглашены магистранты, аспиранты и докторанты не только с Аспирантуры окружающей среды и Отделения Ресурсов Окружающей среды, Аспирантуры сельского хозяйства, Университет Хоккайдо, но и также с других университетов из России, Японии и других стран.

Для студентов и аспирантов СВФУ и иностранных участников летней школы прочитали лекции ведущие ученые: профессора Атсуко Сугимото, Томонори Сато и Шин Нагаи, доценты Аюми Котани, Юмико Миямото и Шунсукэ Тей, а также ученые из России – д.б.н., проф. Трофим Максимов, кандидат культурологии, доцент Лена Сидорова к. геогр. н. Александр Федоров и к.б.н. Иван Чикидов.



Полевая лекция Чикидова И.И.

Российские магистранты и аспиранты на лесной научной станции «Спасская Падь» ИБПК СО РАН освоили современные научные методики и приборы, под руководством научных кураторов, провели четыре самостоятельные научные исследования. Российскими и иностранными студентами из Японии, Китая, Индонезии исследованы особенности водного обмена лесных экосистем, будет проведена инвентаризацию мерзлотного леса, будут оценены площади листовых индексов растений в различных типах леса. В завершении, в городе Якутске в СВФУ участники летней школы участники летней школы представили заключительные научные отчеты по своим научным направлениям.

В рамках программы летней школы проведены научные экскурсии в г. Якутске в Институт мерзлотоведения СО РАН, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, культурные программы в Музей мамонта и Царство вечной мерзлоты, проведены культурно-

массовые мероприятия (знакомство с историей и культурой Японии, Китая и России) на лесной станции «Спасская падь» ИБПК СО РАН.



Измерение дыхания почвы в лиственный лесу



Лекция профессора Атсуко Сугимото

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Межведомственный проект по проведению международной летней школы в России с участием ученых ФИЦ ЯНЦ СО РАН, высшей школы (Северо-Восточный Федеральный Университет и Университет Хоккайдо) позволило использовать лучшие наработки каждой из трех научных школ и достичь качественно новые результаты, получение которых невозможно без такого синергизма.

Видеосюжеты о проведении полевой школы доступны по следующей ссылке:
https://www.youtube.com/channel/UCPEXThJJ-qlFYS_cAPuZEuQ/videos

РЕЗОЛЮЦИЯ

круглого стола

**XI международная полевая школа «Таежные лесные экосистемы
в условиях вечной мерзлоты»
23 августа 2019 года, г. Якутск, Россия.**

С 4 по 17 августа 2019 года в городе Якутске (Россия) проведена десятая международная полевая школа «Таежные лесные экосистемы в условиях вечной мерзлоты» на научной станции «Спасская Падь» Института биологических проблем криолитозоны СО РАН при финансовой поддержке международной программы RJE3 для подготовки экспертов для руководящей роли в области экологии, культуры и устойчивого развития в регионах Дальнего Востока и Заполярья и Министерства науки и высшего образования РФ с участием ведущих преподавателей и ученых СВФУ, Университета Хоккайдо, Япония и Института биологических проблем криолитозоны СО РАН.

Участники международной школы отмечают, что в настоящее время существует реальная тенденция увеличения температуры воздуха на обширной территории мерзлотного региона Северо-востока России, которая оказывает ощутимое влияние на климат Тихоокеанского региона, а далее всей планеты. До сих пор не установлена реальная роль мерзлотных экосистем, как источников или стоков парниковых газов для Тихоокеанской биоты.

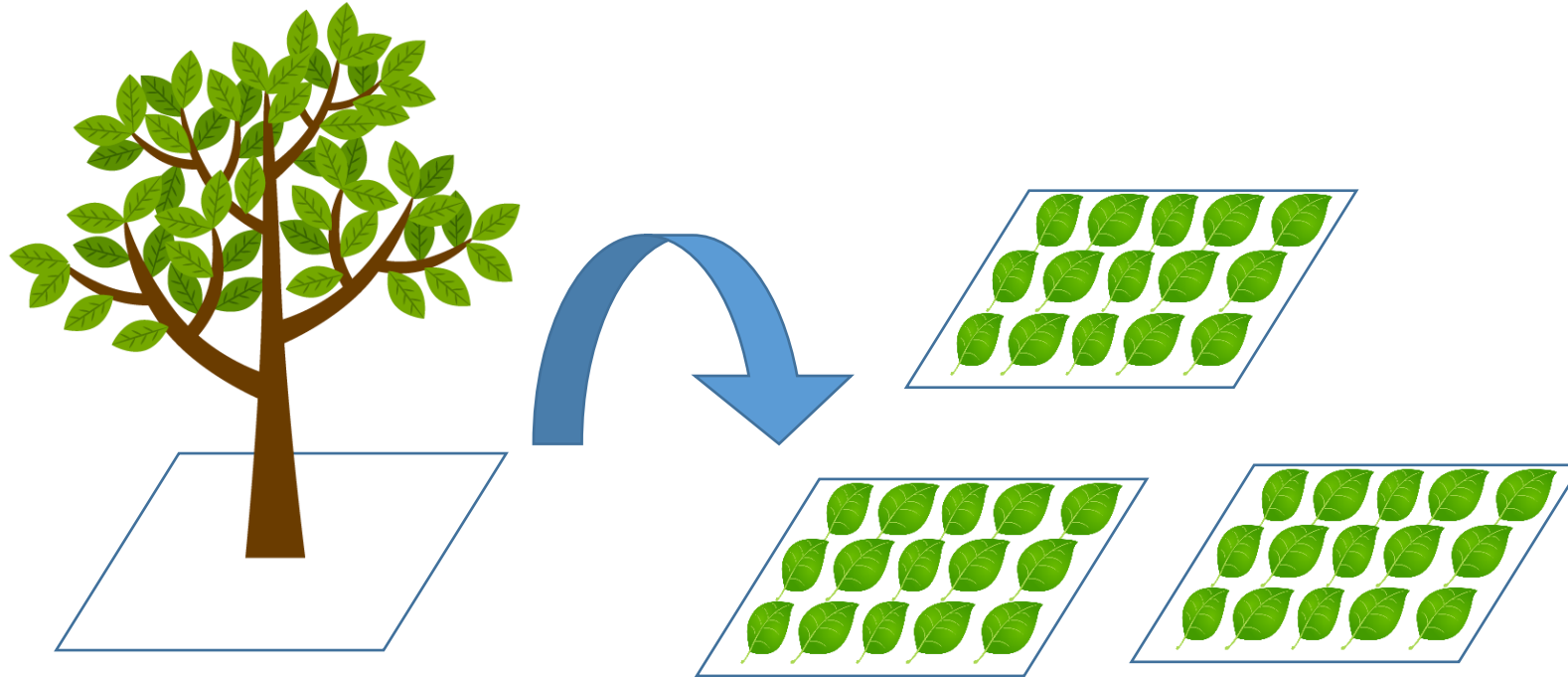
Участники школы отмечают необходимость расширения научно-образовательных мероприятий по комплексному мониторингу природной среды на всей территории криолитозоны.

Участники школы уверены, что комплексная разработка научно-образовательных проектов по таким жизненно важным проблемам, как глобальное изменение окружающей среды и изменение биоразнообразия, обеспечит наилучшее взаимопонимание между учеными разных стран, расширению дружбы и сотрудничества.

The LAI of Larch Trees of Forest in Spasskaya Pad



Introduction



LAI:

Area of total leaves

Area of plot

Is Used...

- to measure crown interception
- to estimate carbon balance

Most important
to know environmental factor

Introduction



- Permafrost
- Dominated by larch

To reveal LAI

Permafrost

Larch(*Larix
cajanderi*)

Predicting environment change in Eastern Siberia

The Aim of This Field Work

Evaluation of the LAI of Larch tree of forest in Spasskaya Pad



- LAI of one Larch tree (we cut down) $\rightarrow$ LAI(1)
- LAI at plot area ($50 \times 50 \text{ m}^2$) $\rightarrow$ LAI(2)

The Flowchart of the Experiment



Cut down Larch tree



Collect needle leaves



Measure weight, size, number



Apply these for all Larch tree and calculate

LAI(1)



LAI(2)

Evaluate LAI in plot area

Methods about measurement of LAI(1)



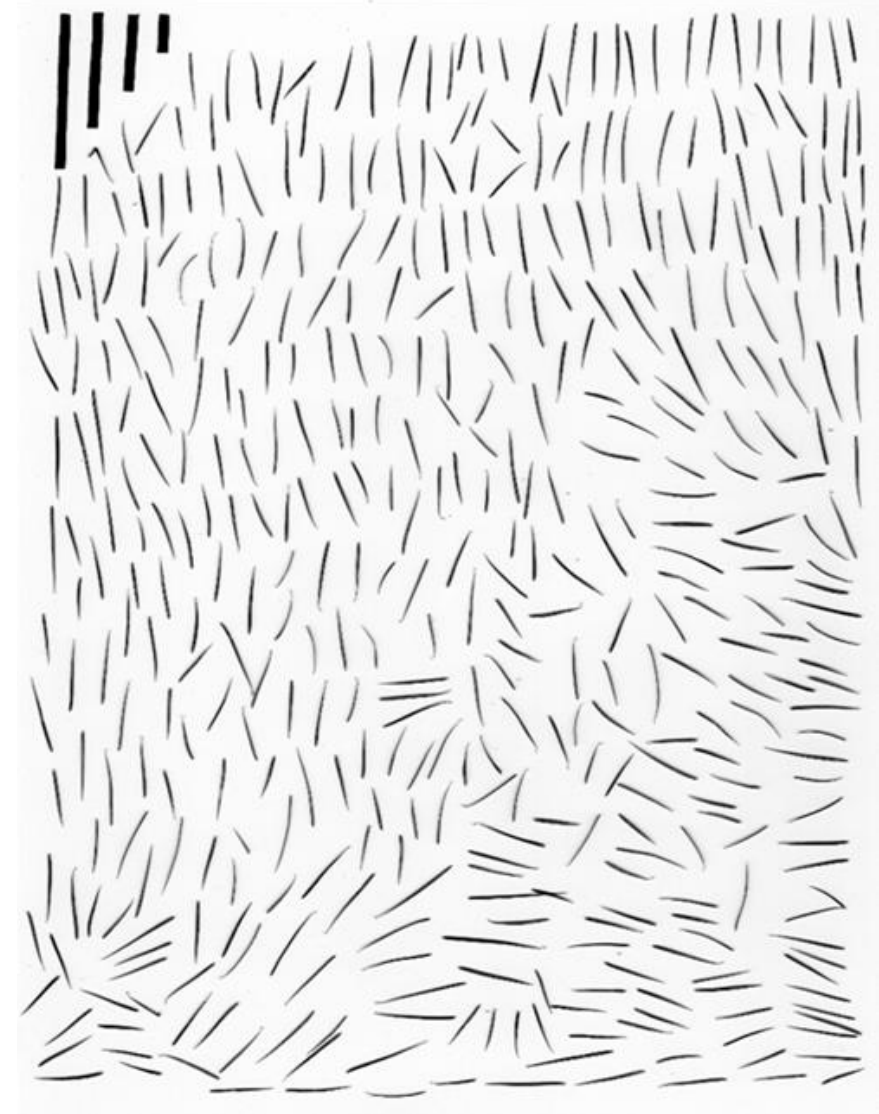
←1. Cut down 1
Larch tree and
collected branches

3. Measured the
projected area of
the Larch tree→

2. Collected all needle leaves

4. Using this information, calculated LAI(1)

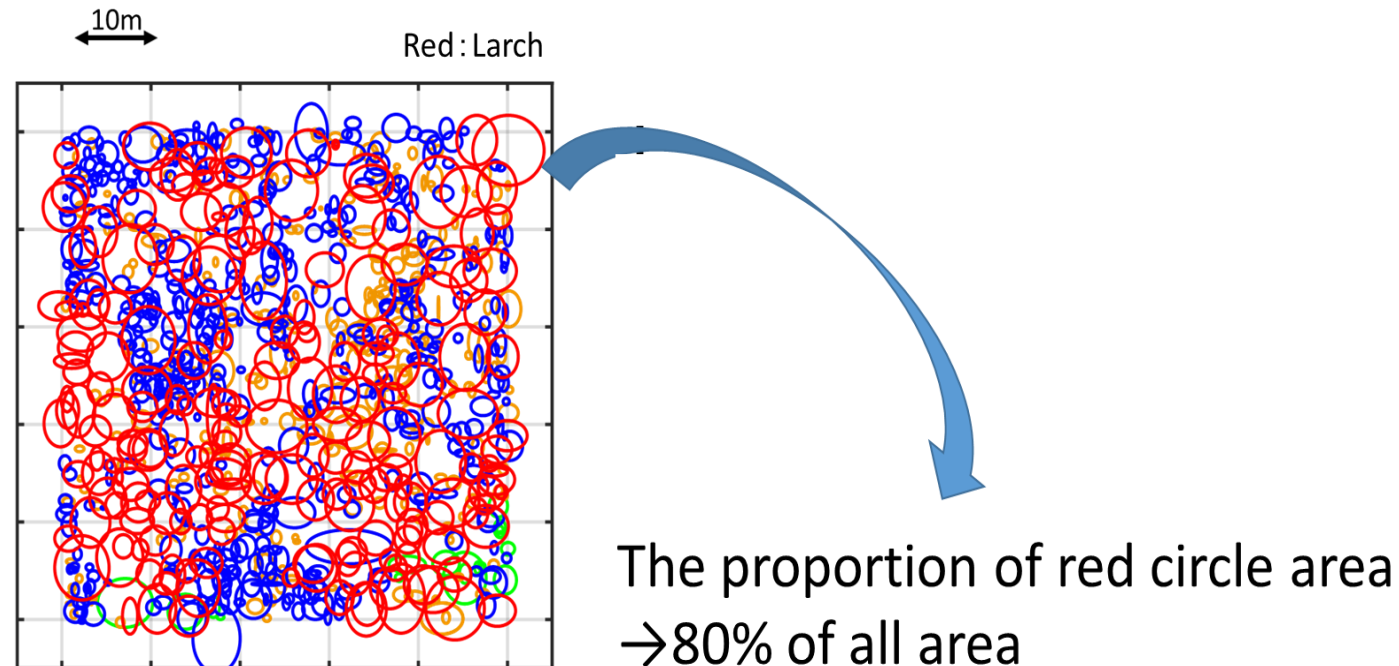
$LAI(1) = \text{Total leaf area} / \text{Projected leaf area}$



Methods about measurement of LAI(2)

1. About 80% of plot area has Larch tree's projected area, so multiplied this number to LAI(1)
2. Calculated all Larch tree's LAI (2)

$$\text{LAI}(2) = \text{LAI}(1) \times 80\% \text{ of plot area} / \text{whole of plot area}$$



Data which had Used to Calculate LAI

LAI(1)	
Projected Larch tree area	18.84 m ²
Weight of needle leaves (at once scanning)	616.7 g
Leaf area (at once scanning)	2,718 mm ²
Leaf mass/area	0.2248 mg/mm ²
Total weight of needle leaves of the tree	6,496 g
Total leaf area	28.89 m ²
LAI(2)	
80% of plot area	2,201.75 m ²
Whole of plot area	2,500 m ²

→ using these data, we got LAI(1), (2)

LAI(1): 1.534 LAI(2): 1.350

Discussion & Conclusion 1

The LAI of tree : 1.540

The LAI at plot area : 1.357

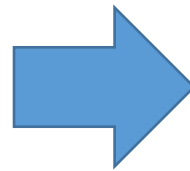
☆ vs Larch forest in Japan

Japan(*Larix kaempferi*):5.6

vs

This study:1.357

Precipitation
Light condition



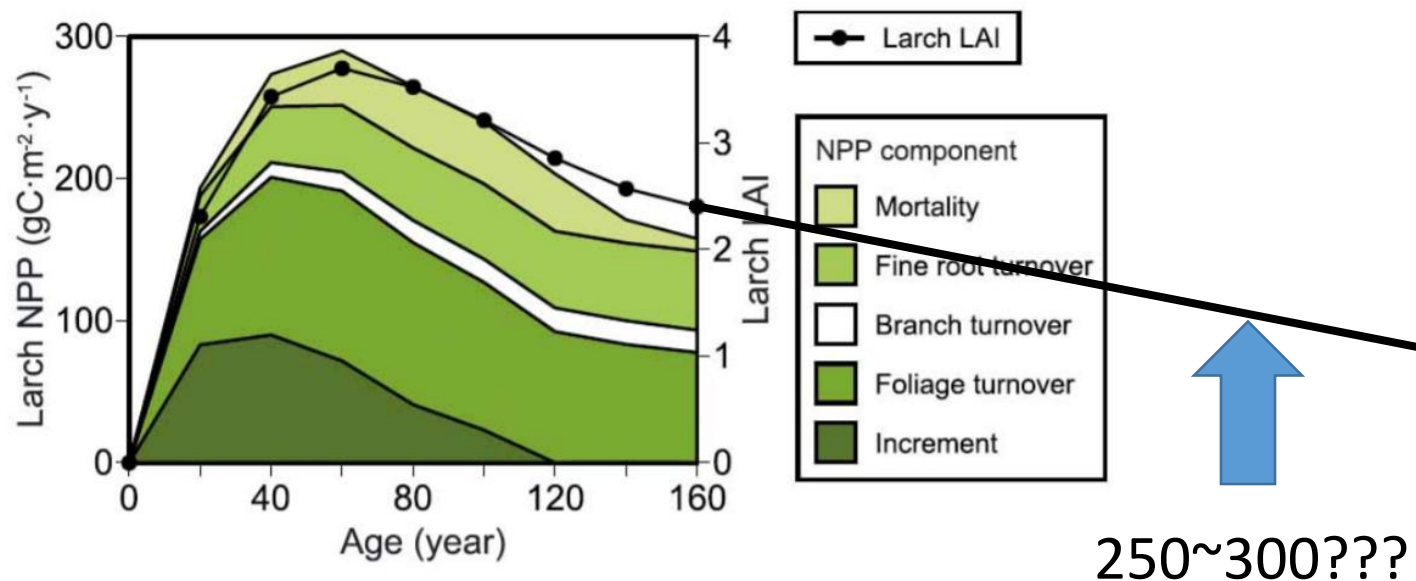
Leaf area

Discussion & Conclusion 2

The LAI of tree : 1.540

The LAI at plot area : 1.357

☆ Relation between age and LAI



To measure LAI
of
different-age trees

Result & Discussion (about calculated LAI)

The LAI of the tree: 1.540

The LAI at plot area: 1.357

The Larch tree has a huge LAI → because it has a lot of needle leaves

The LAI at point area is nearly same → because of same reason

Birch, willow and alder LAI

Group B

Introduction

- Birches are typical trees for secondary forest.
- Alders and Willows are typical shrub in this taiga forest ecosystem.
- Soon after a canopy gap is produced in the forest, birch trees grow much faster than larch trees, and later larch trees grow.

Aim

- LAI of leaves of birch, willow and alder trees are measured.
- Total LAI will be also used as ground truth data.

Goal

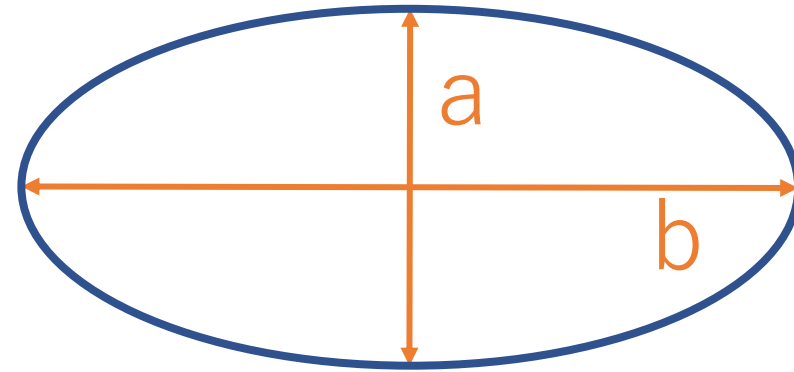
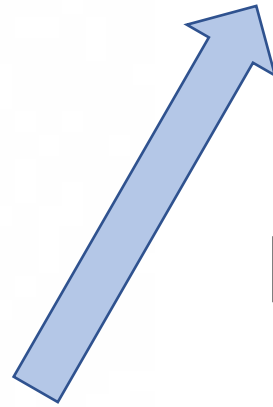
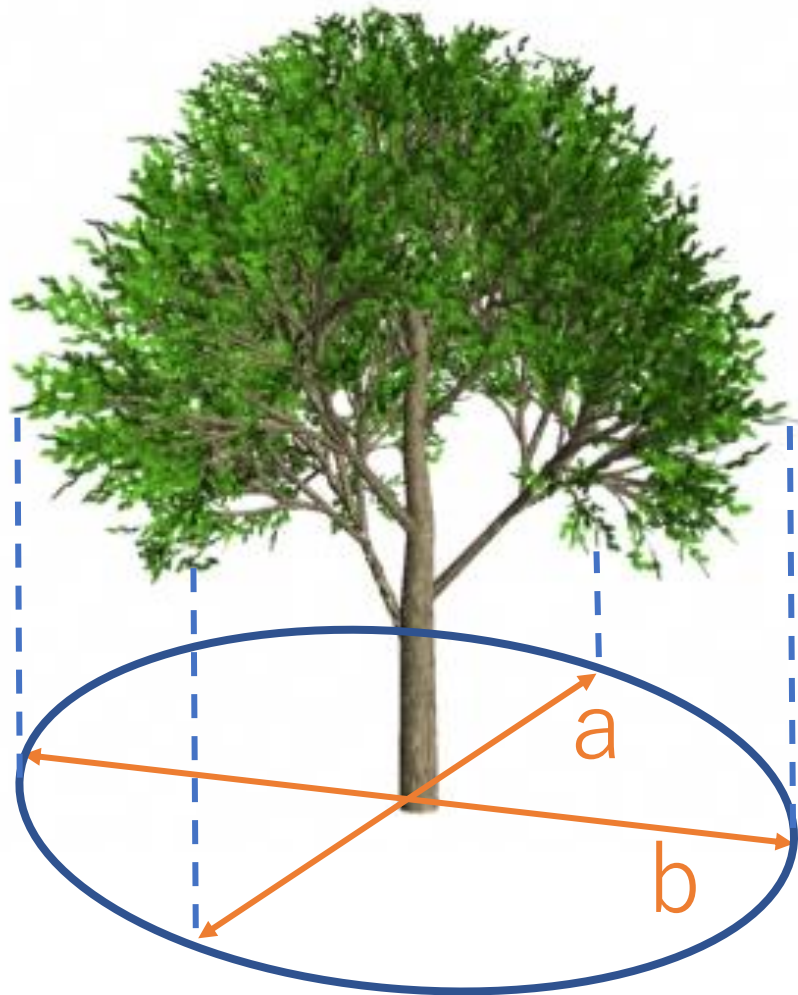
LAI will be more accurate than conventional indirect methods.

Method(field work)

1. Measured major and minor axis of each projected area of birch, willow, alder
2. Counted number of leaves every brunches each tree
3. Measured randomly major and minor axis of 20 leaves each tree
4. Collected randomly 20 leaves each tree
5. Scan collected 20 leaves
6. Calculate LAI(not scan data and scan data)



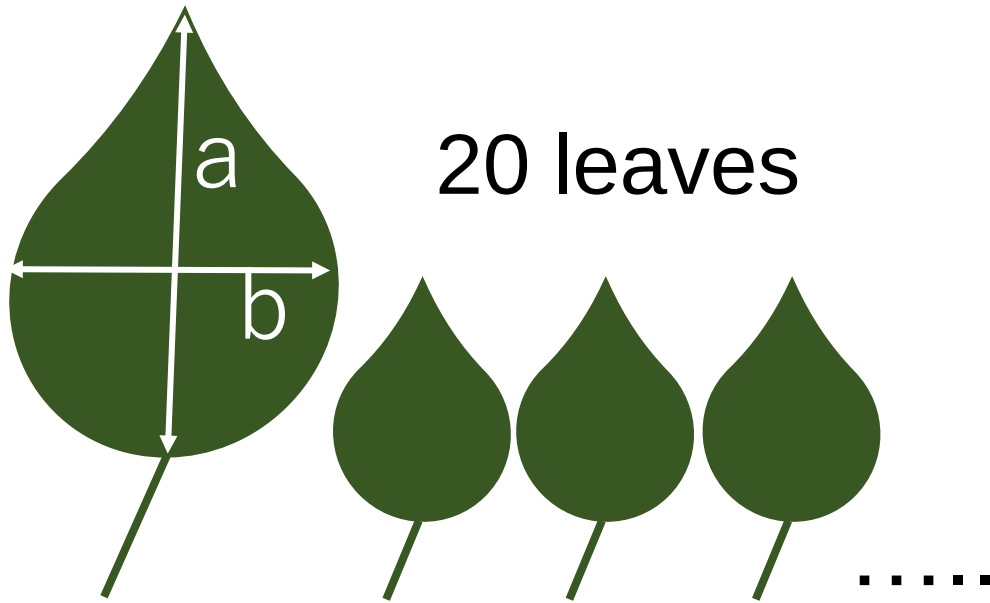
Method(calculation of Projected Area)



$$\text{Projected Area} = a/2 \times b/2 \times \pi$$

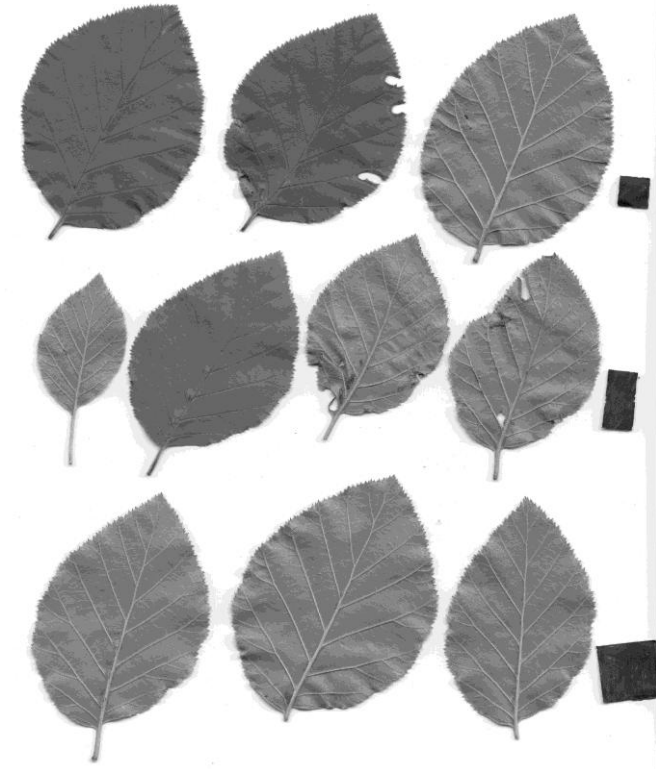
Method(Calculation of leaves area)

Not scan data



$$\text{One Leaf Area} = a/2 \times b/2 \times \pi$$

Scan data



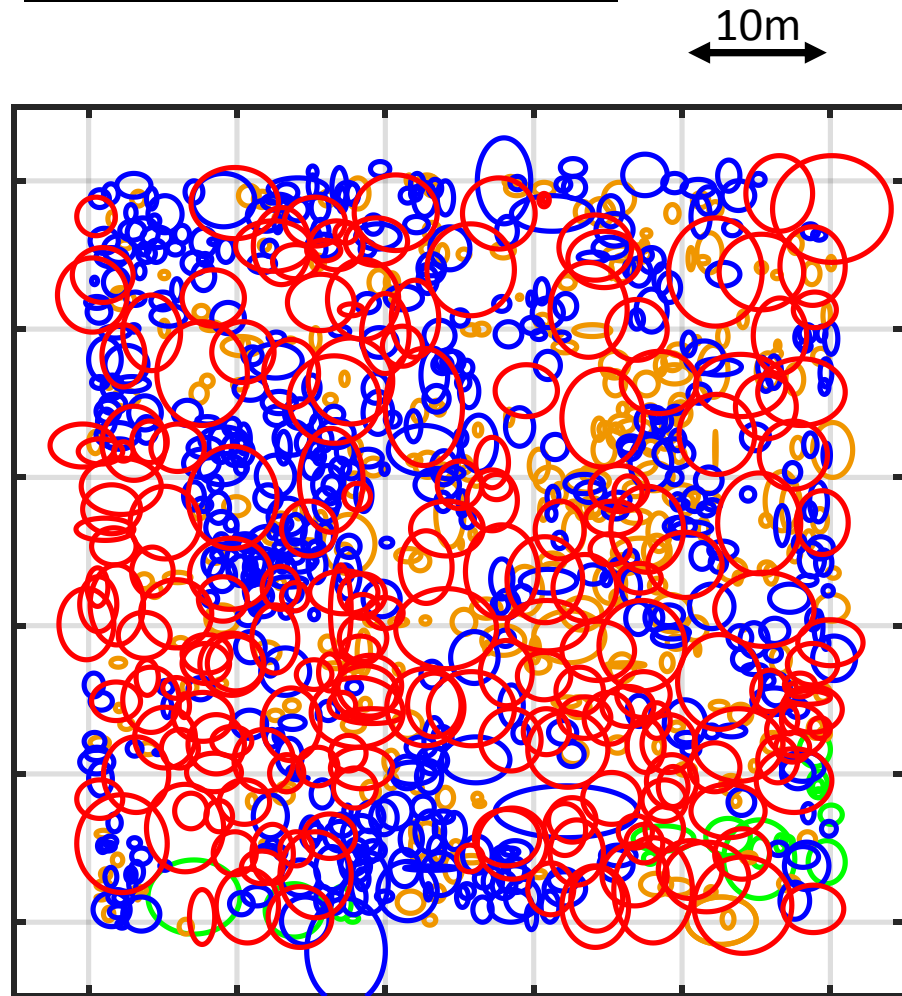
Analyzed 20 leaves area by Fiji

Method(LAI)

$$\text{Total Leaves Area} = \frac{\text{20 Leaves Area}}{20} \times \text{number of leaves}$$

$$\text{LAI} = \frac{\text{Total Leaves Area}}{\text{Projected Area}}$$

Total crown area



50m x 50m investigation plot [m ²]		occupuncy rate
larch	2201.75	0.88
birch	1059.20	0.42
willow	382.43	0.15
alder	86.74	0.03

Distributions of crown area at Spasskaya Pad larch forest site.
Red: larch, blue: birch, orange: willow, and green: alder.

Result

not scan data	LAI	occupancy (%)	LAI*occupancy rate
Birch	0.87	42.37	0.37
Willow	0.54	15.30	0.08
Alder	1.22	3.47	0.04

scan data	LAI	occupancy (%)	LAI*occupancy rate
Birch	0.72	42.37	0.30
Willow	0.47	15.30	0.07
Alder	1.24	3.47	0.04

Discussion



Birch



Willow



Alder

Discussion

- Birch trees are not so high LAI value.
- Willow trees are so low LAI value for occupancy.
- Alders are shrub and high LAI value.
So, they can get sunlight efficiently in larch forest.

Conclusion

- We could measure each trees and estimate LAI in total crown area.
- LAI method is effective in total crown area.
- We need to measure more sample and investigate sunlight environment in field.



Surface vegetation LAI

in Spasskaya Pad

Group C

Aug,13,2019

Introduction

After the extreme wet event in Spasskaya Pad, the understory vegetation has changed a lot, but later, the forest environment returned to a dry condition, as is the vegetation.

LAI =

one-side green leaf area /
ground surface area



<https://eu-interact.org/field-sites/spasskaya-pad-scientific-forest-station/>

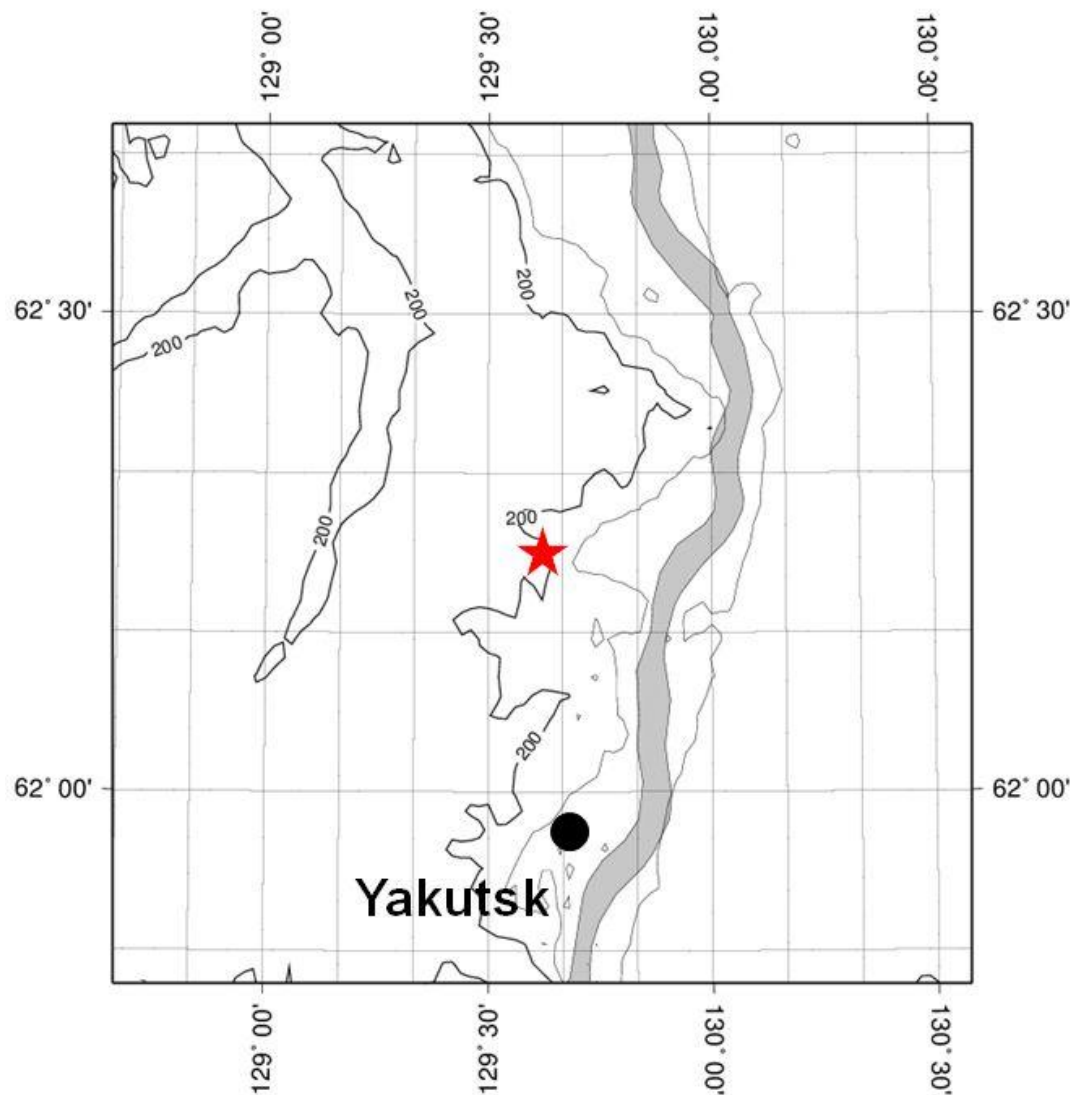
Objectives

- Determine the LAI of *understory vegetation* from 3 different plots (50 cm x 50 cm) in Spasskaya Pad
- Figure out the current condition of vegetation in Spasskaya Pad



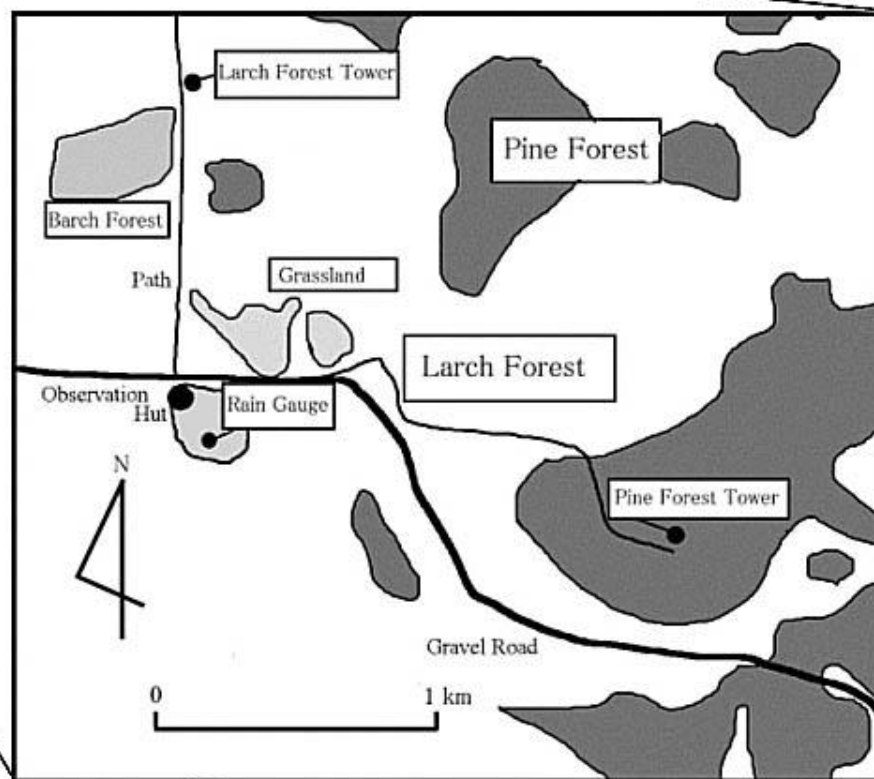
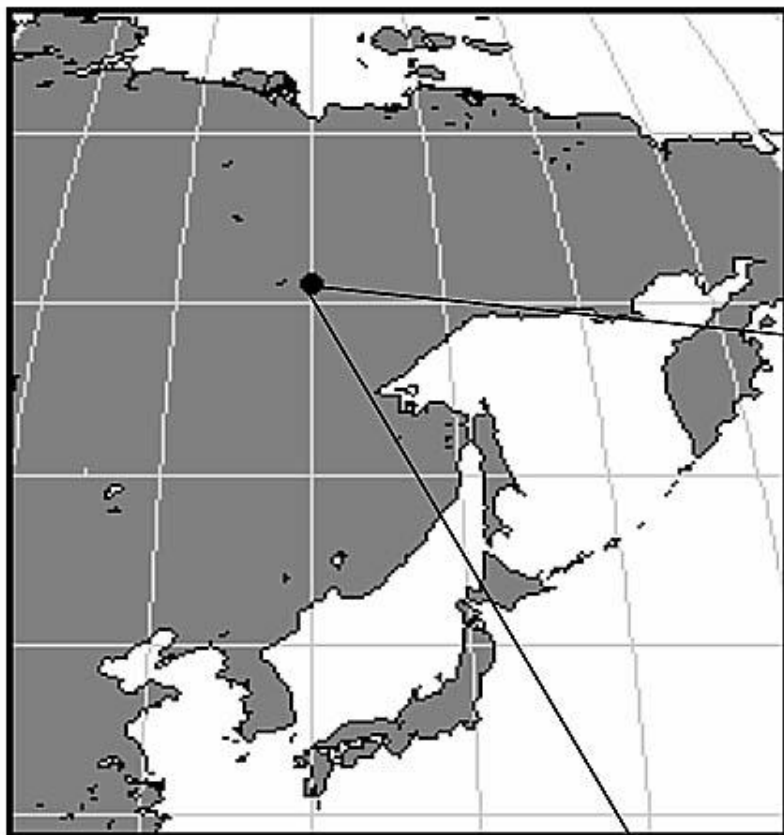
Methods

Experimental site:
Spasskaya Pad



<http://globalcryospherewatch.org/cryonet/sitepage.php?surveyid=66>

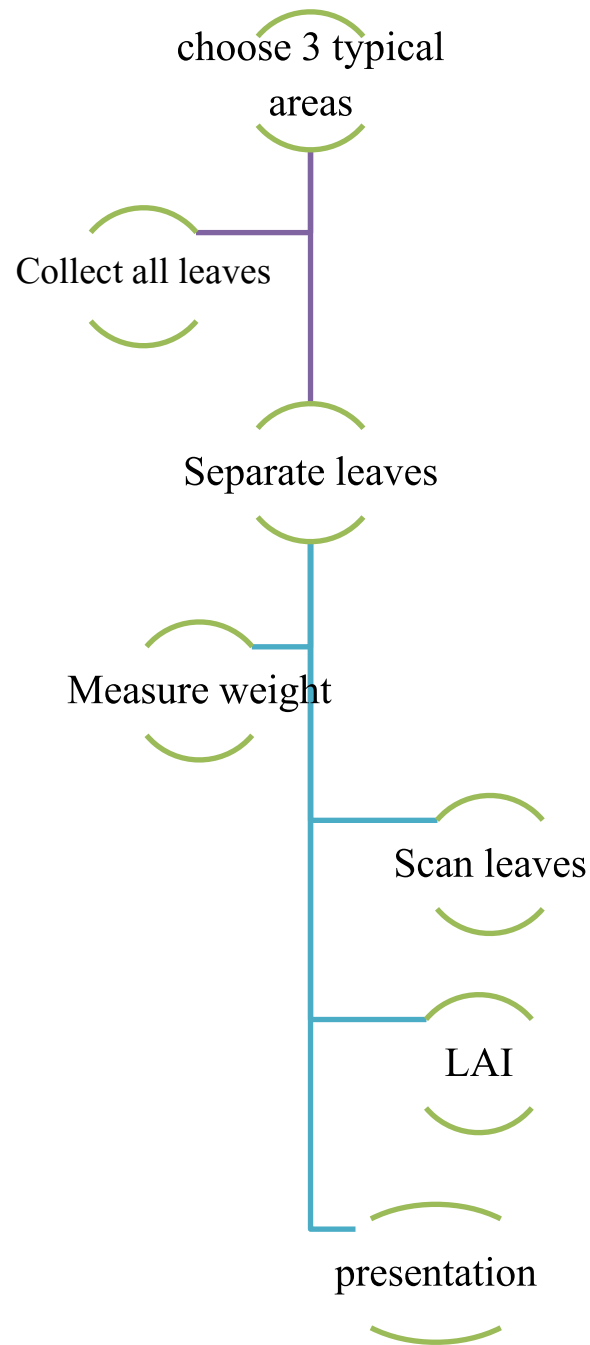
ecosystem: boreal light taiga, pine, birch,
meadow, mixed forest



<http://w3.jamstec.go.jp/iorgc/hcorp/data/database/cdc/siberia/sub4.html>



Methods

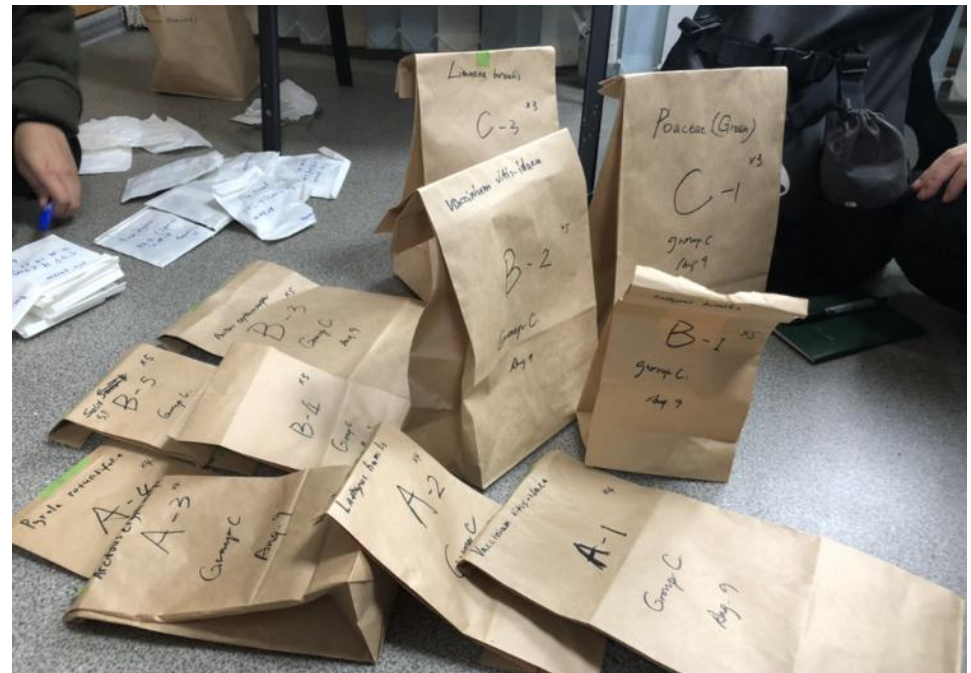


Steps

Collect leaves



Separate



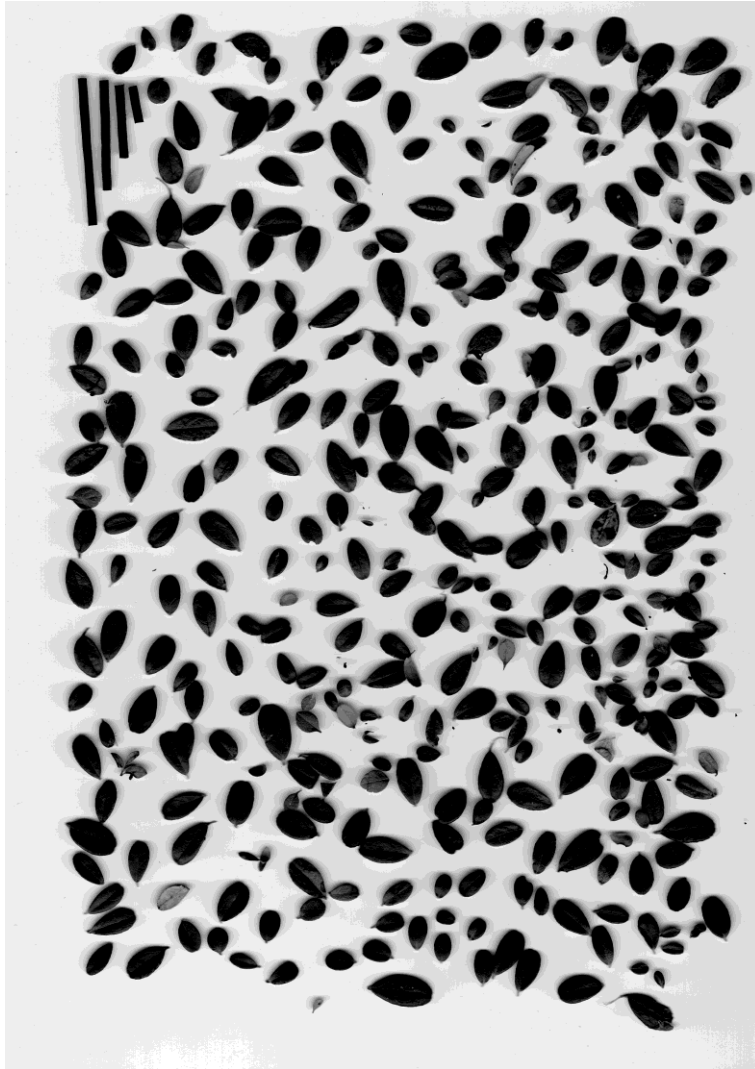
Scan leaves



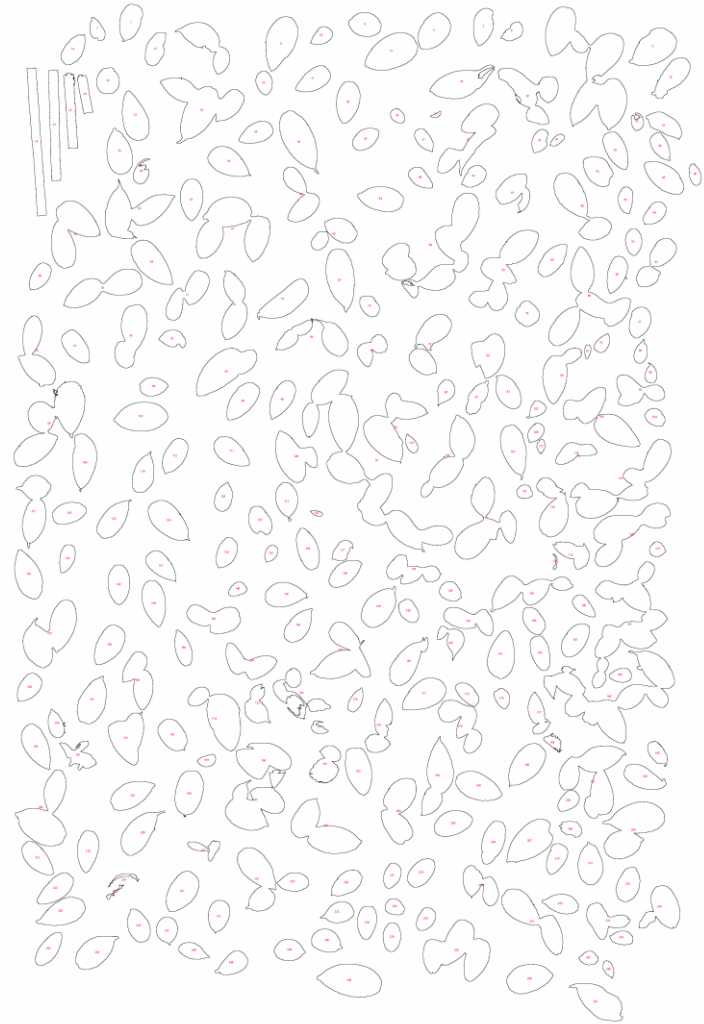
Measure weight



Scanned leaves A-1 (parts)



Processed image



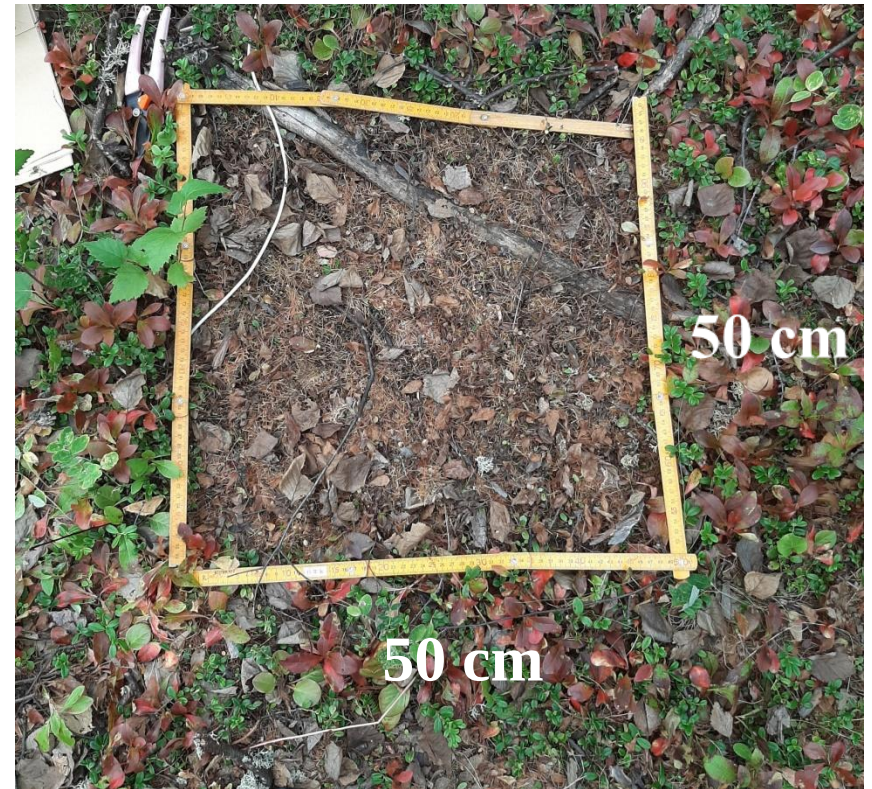
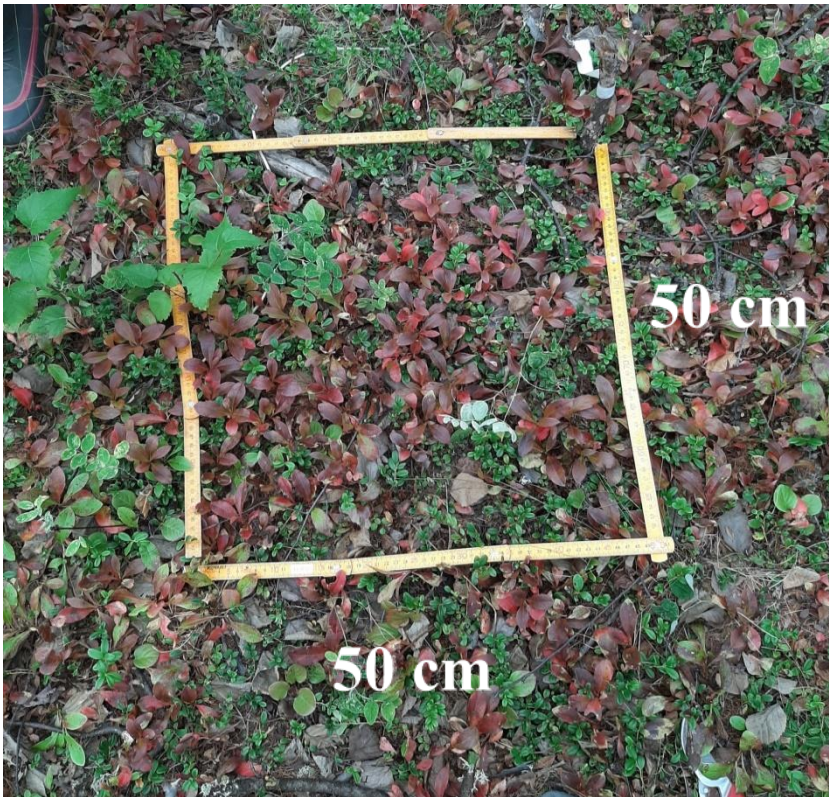
Results



A area

before

after





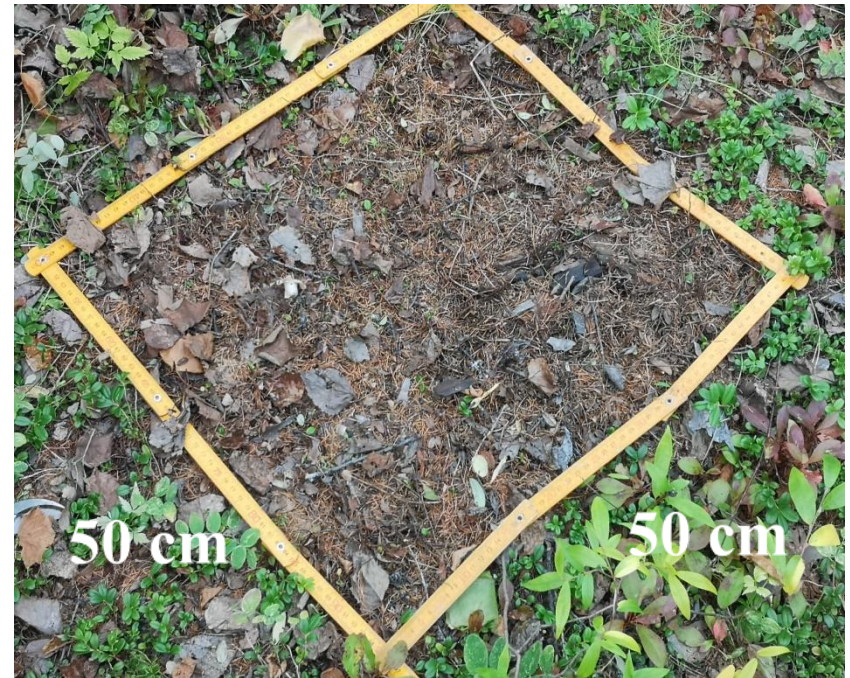
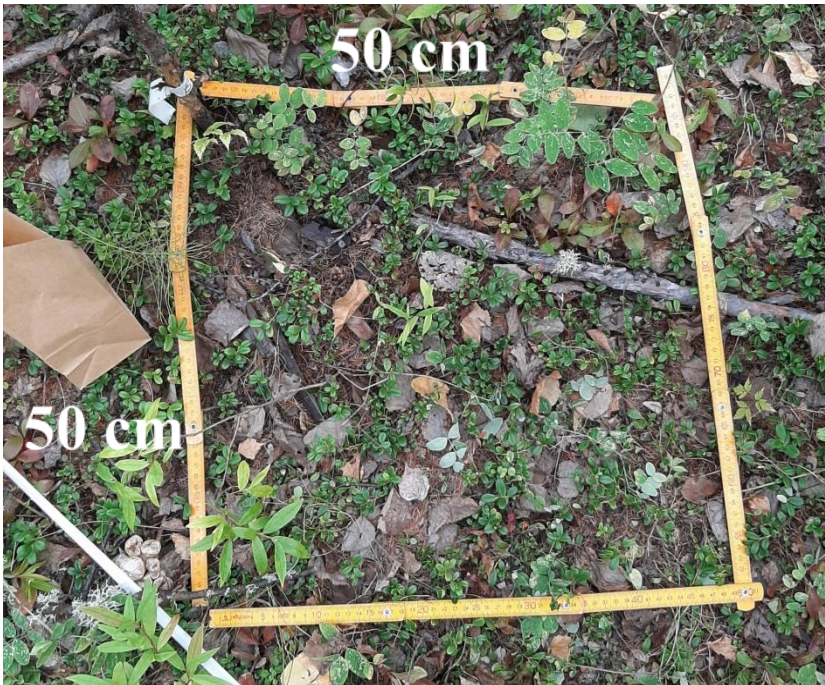
Species	Weight (g)
A1 <i>Vaccinium vitis-idaea</i> (dwarf-shrubs)	19.73
A2 <i>Lathyrus humilis</i> (dwarf-shrubs)	0.70
A3 <i>Arctostaphylos erythrocarpa</i> (dwarf-shrubs)	5.76
A4 <i>Pyrola rotundifolia</i> (herbs)	0.80

Table 1, Weights of vegetation in A area

B area

before

after



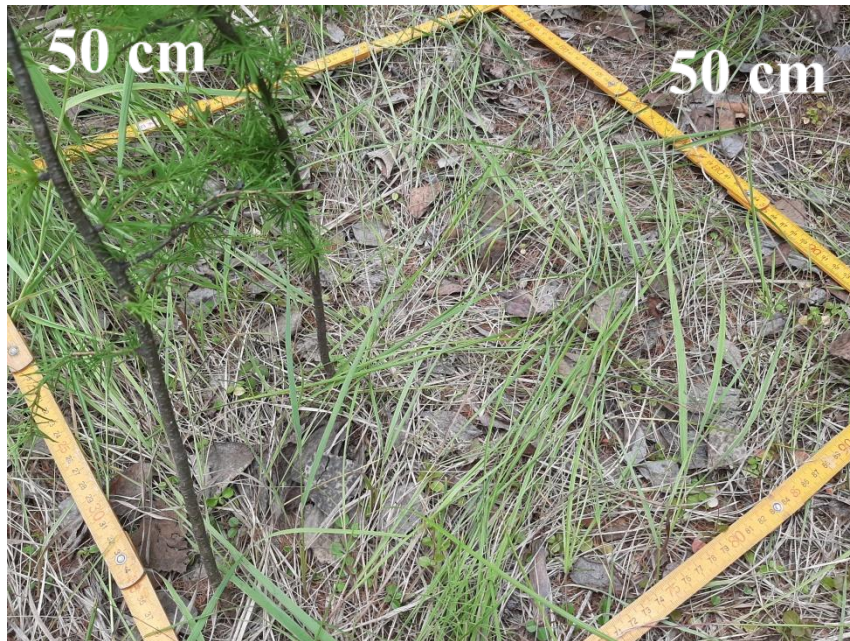


Species	Weight (g)
B1 <i>Lathyrus humilis</i> (herbs)	1.45
B2 <i>Vaccinium vitis-idaea</i> (dwarf-shrubs)	16.10
B3 <i>Arctons erythrocarpa</i> (dwarf-shrubs)	0.50
B4 unknown	0.13
B5 <i>Salix s.p.</i> (shrubs)	0.62

Table 2, Weights of vegetation in B area

C area

before



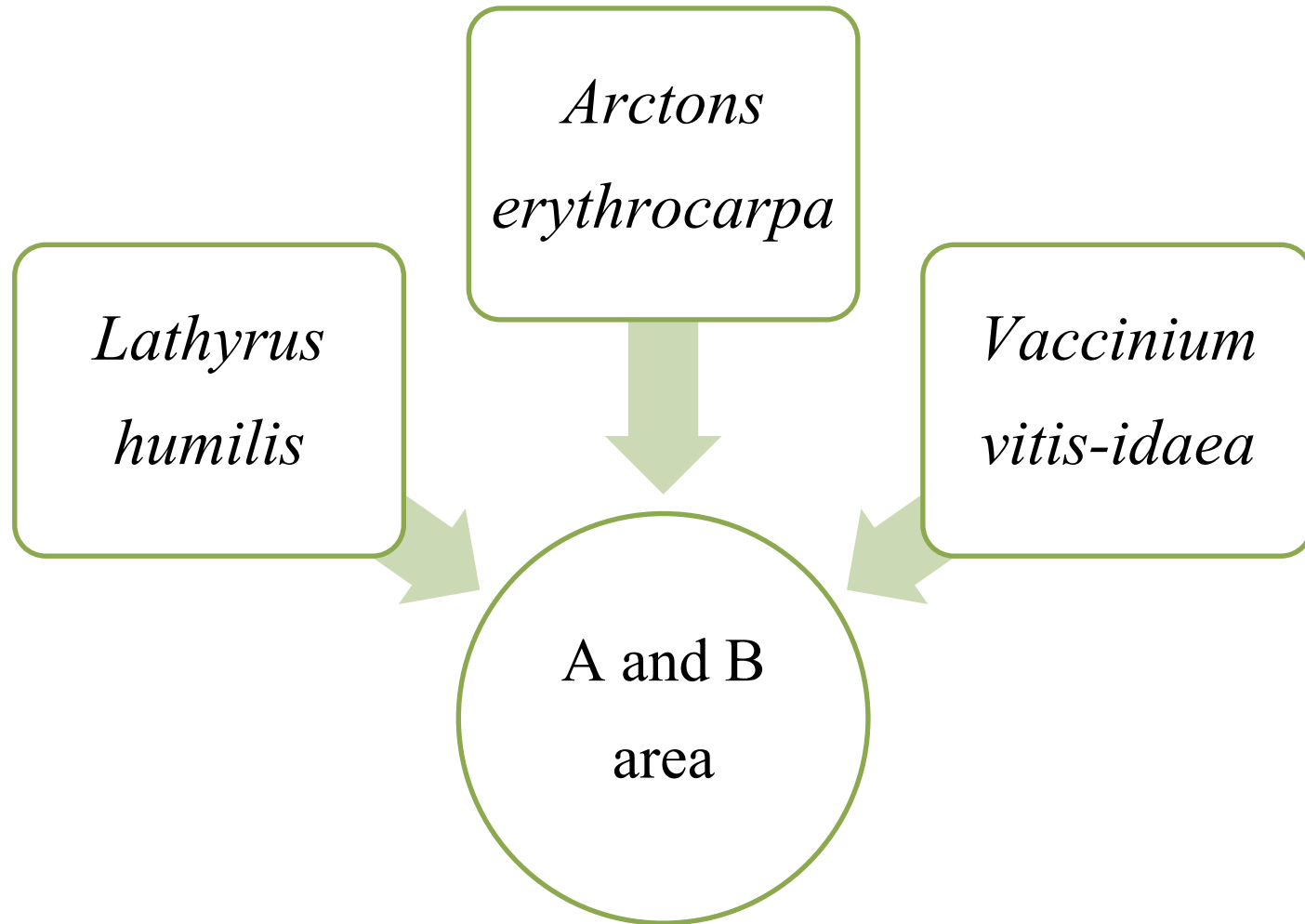
after





Species	Weight (g)
C1 <i>Poaceae</i> (herbs)	10.11
C2 <i>Linnaea borealis</i> (herbs)	1.30

Table 3, Weights of vegetation in C area



identical species



species	A area	B area
<i>Lathyrus humilis</i>	0.70 g	1.45 g
<i>Arctostaphylos</i> <i>erythrocarpa</i>	5.76 g	0.50 g
<i>Vaccinium vitis- idaea</i>	19.73 g	16.10 g

Table 4, Weights of vegetation in A and B areas



Total weight (g)

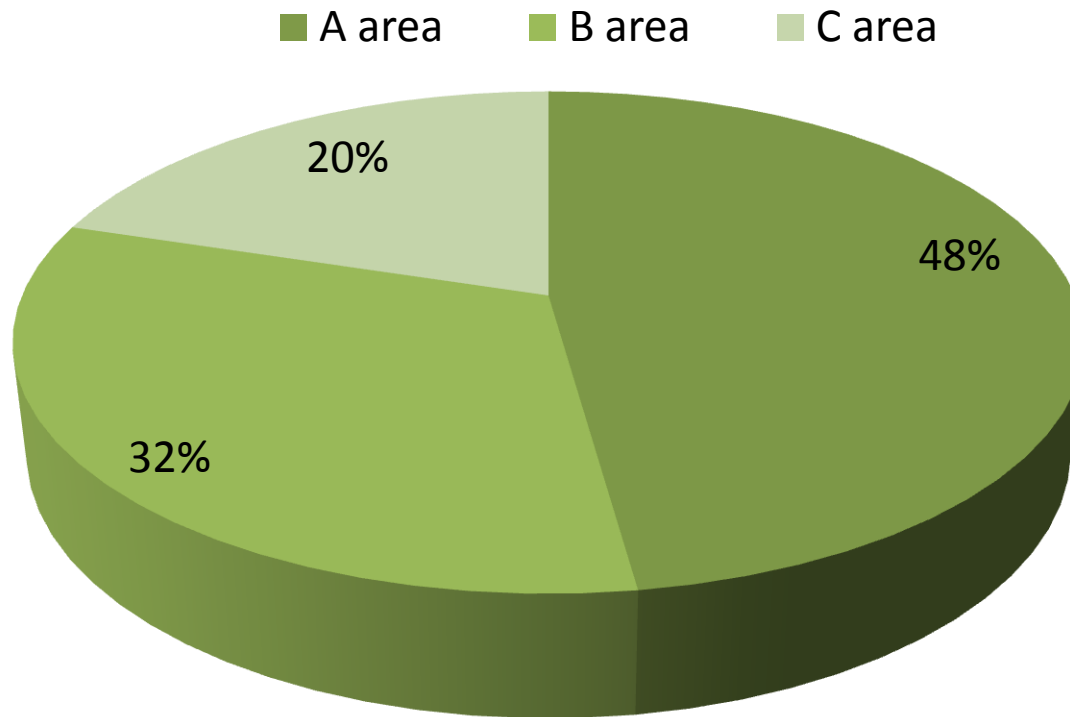


Figure 1 the total fresh weight of all areas

Discussion

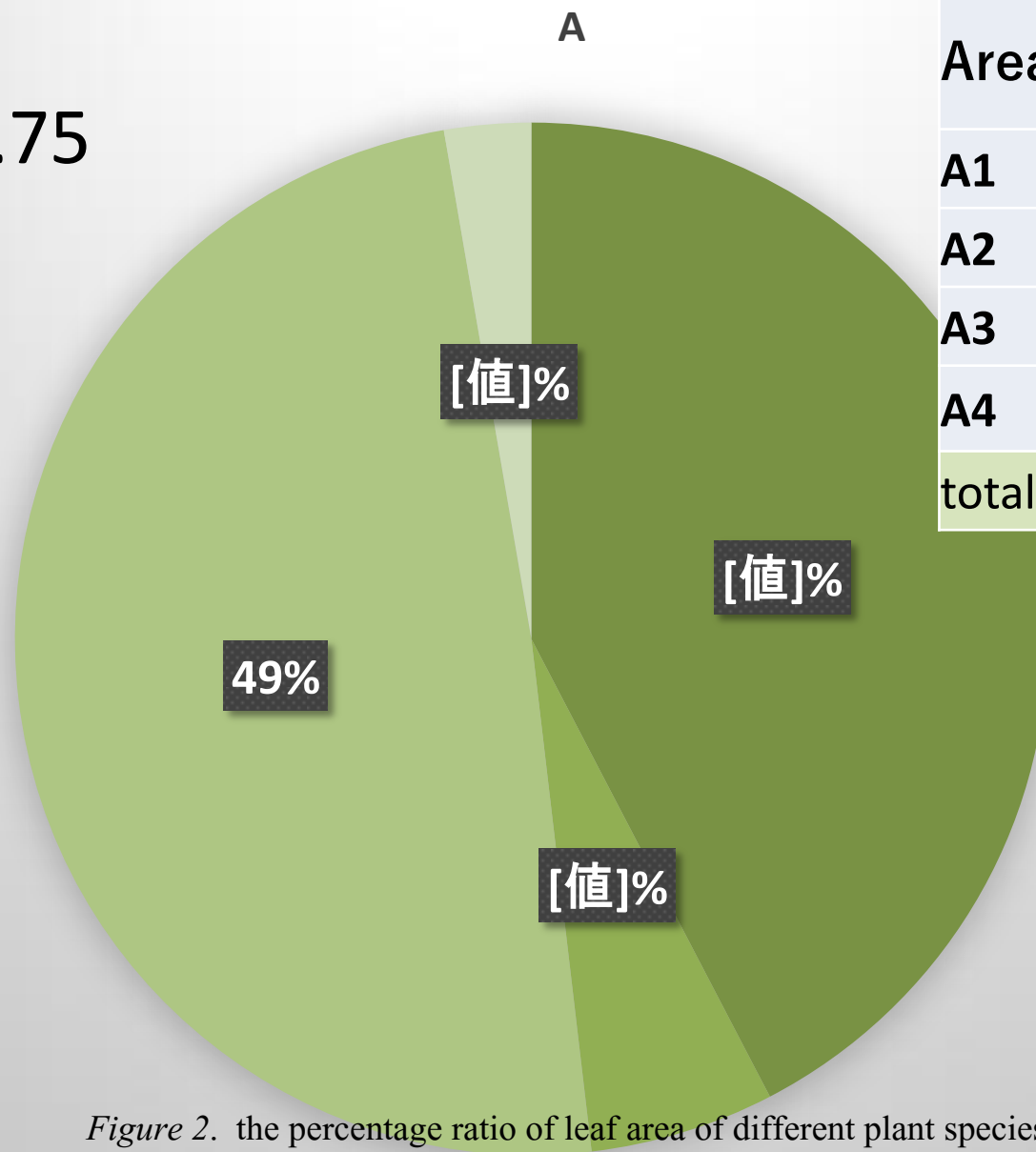
Table 5. Leaf area of different plant species

				Unit: mm ^2	
Area A	leaf area	Area B	leaf area	Area C	leaf area
A1	79332.1	B1	22754,5	C1	41472,1
A2	10830.6	B2	91619,6	C2	16323,4
A3	92066.6	B3	6723,9	total	57795,5
A4	5080.2	B4	2680		
total	187309.5	B5	10426,6		
		total	134204,6		

Table 6. LAI of different plant species

	A	B	C
LAI	0,75	0,54	0,23
Percentage ratio of weights	48%	32%	20%

LAI 0.75



Area A

leaf area

A1

79332.1

A2

10830.6

A3

92066.6

A4

5080.2

total

187309.5

■ A1

■ A2

■ A3

■ A4

Figure 2. the percentage ratio of leaf area of different plant species in area A



Area B	leaf area
B1	22754,5
B2	91619,6
B3	6723,9
B4	2680
B5	10426,6
total	134204,6

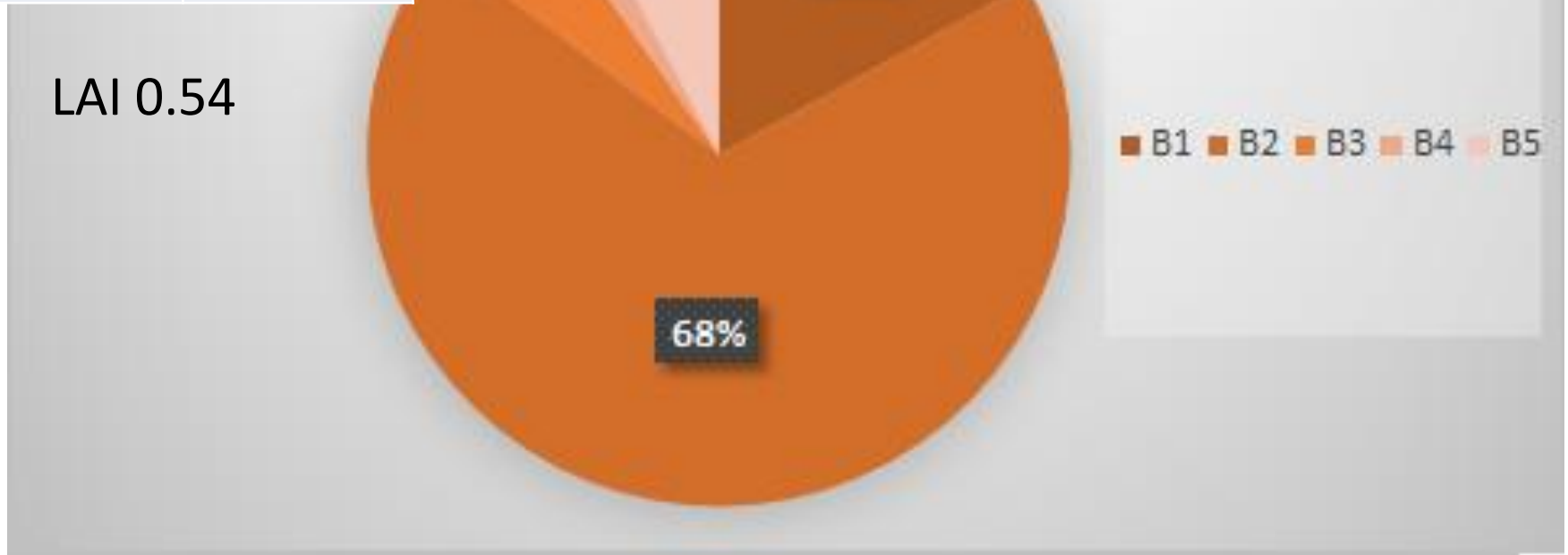


Figure 3. the percentage ratio of leaf area of different plant species in area B

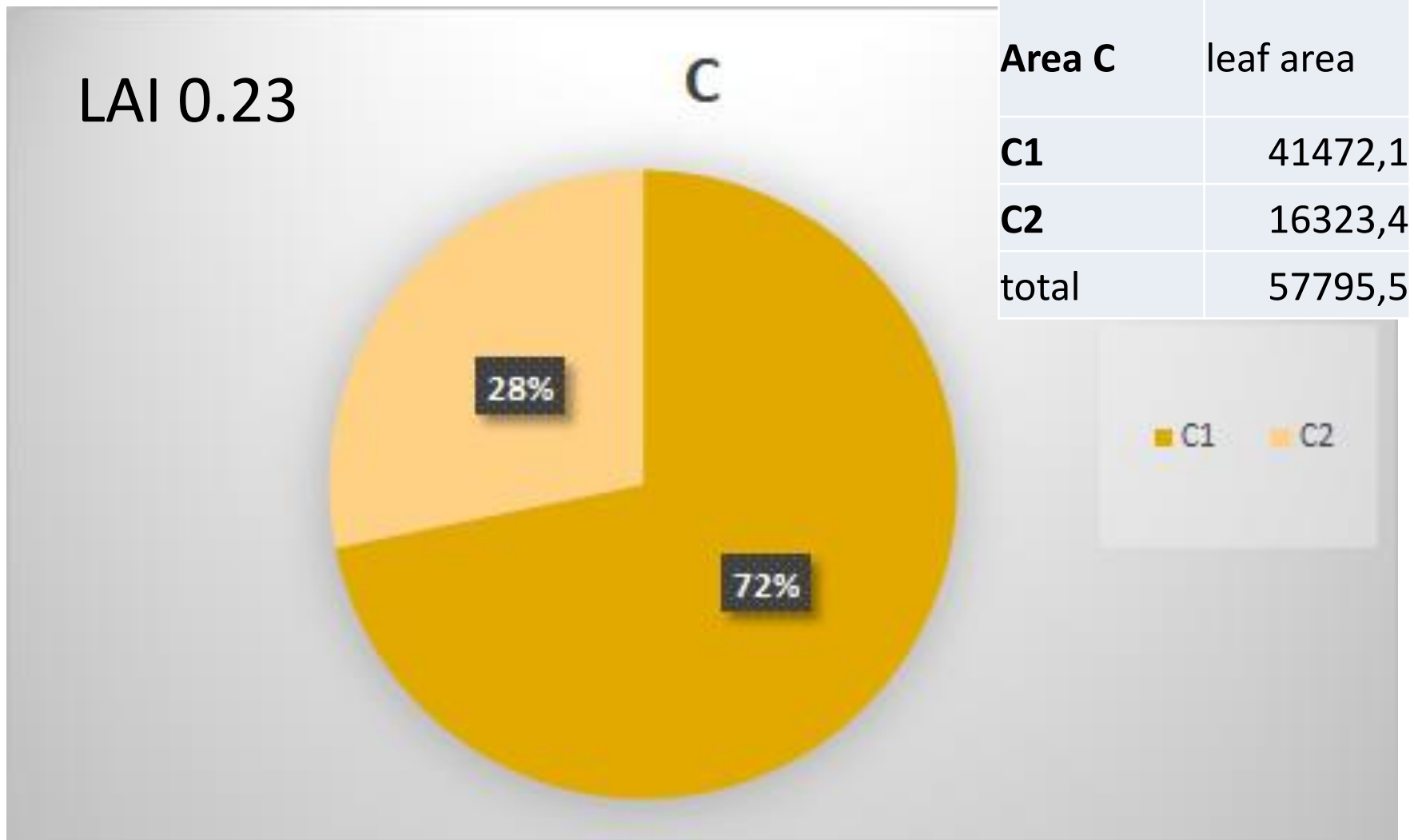


Figure 4. the percentage ratio of leaf area of different plant species in area C

Conclusion

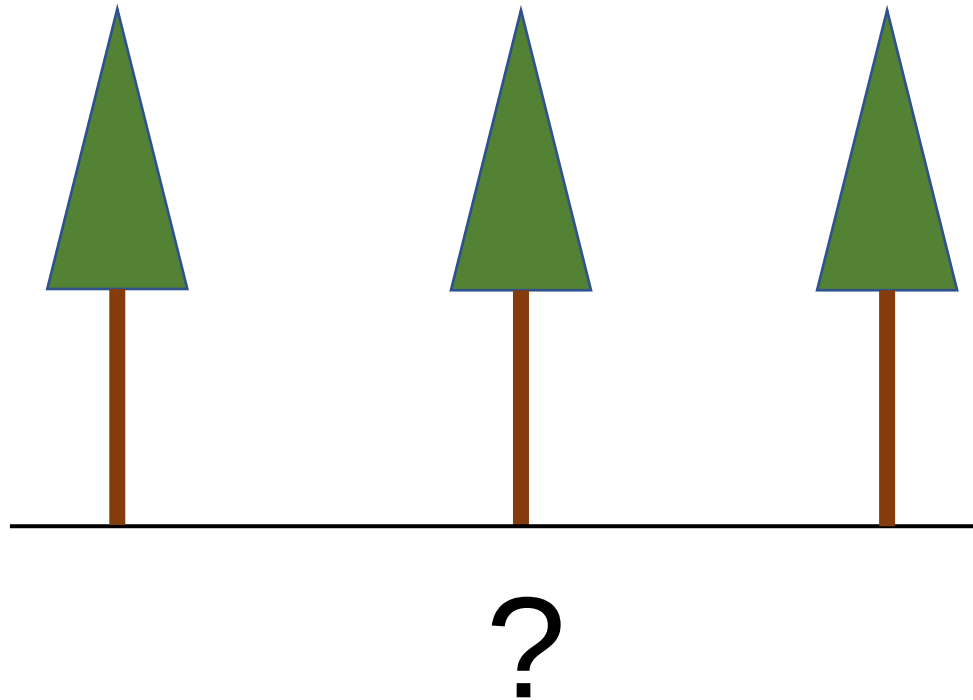
- From the results, the species of plants differs considerably in 3 close area (distance around 10 meters).
- LAI has a positive correlation with leave fresh weights.

Group D

Root system of larch tree

Introduction

Larch tree



How is root distribution
on permafrost?

Permafrost

Aim

Understanding the root system of larch tree
by following 2 tasks

Task 1 Root mapping with rod

Task 2 Digging the soil and observation of cross section



Task 1



Task 2

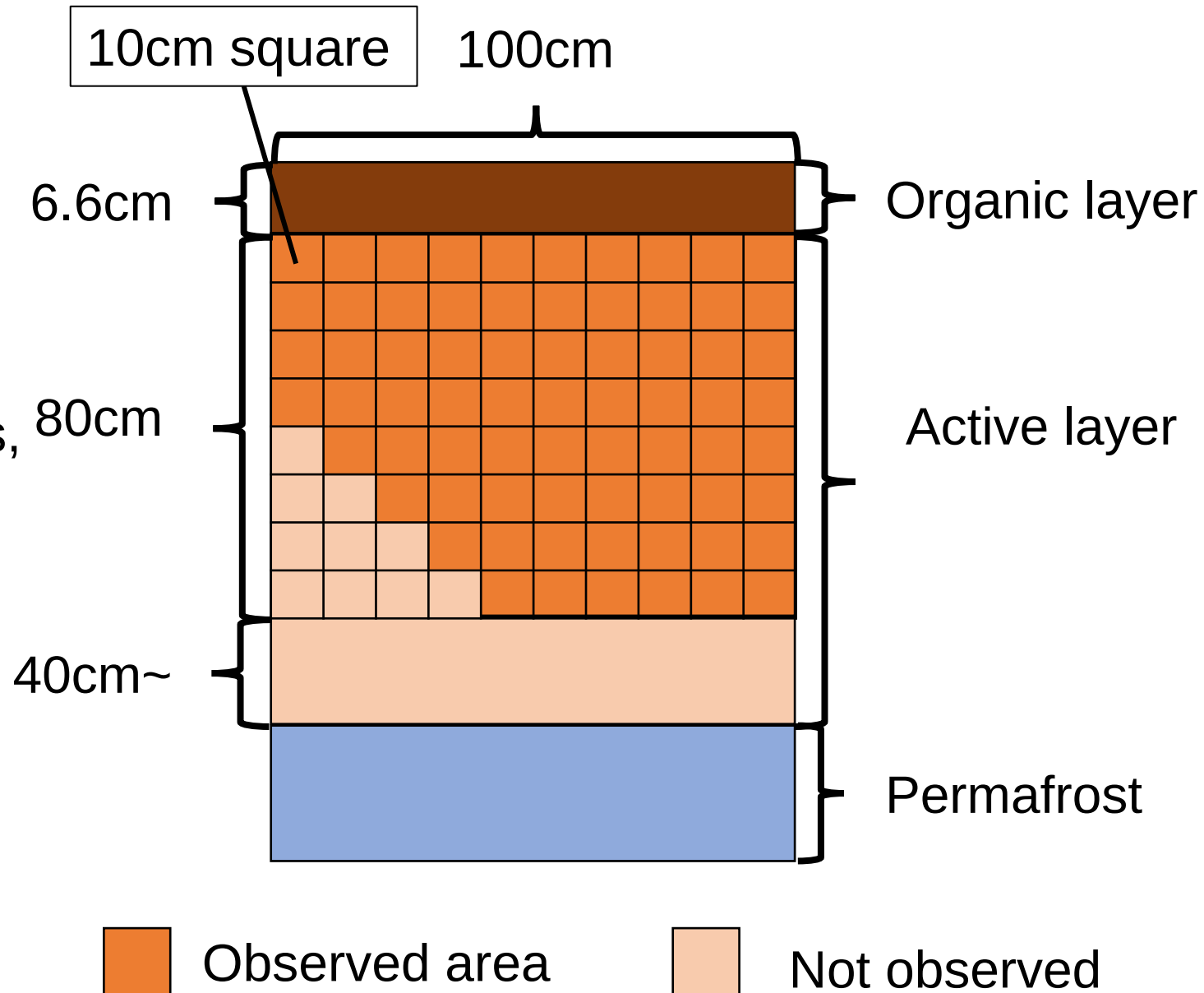
Method (Task 1)

- Root mapping
 - Using shovel and rod, we searched root around surface



Method (Task 2)

- **Dividing section 10cm square**
- Counting small roots
- Measuring diameter of larger roots, soil moisture and temperature



Method (Task 2)

- Dividing section 10cm square
- **Counting small roots**
- Measuring diameter of larger roots, soil moisture and temperature

Small roots



Method (Task 2)

- Dividing section 10cm square
- Counting small roots
- **Measuring diameter of larger roots, soil moisture and temperature**



Measuring soil moisture



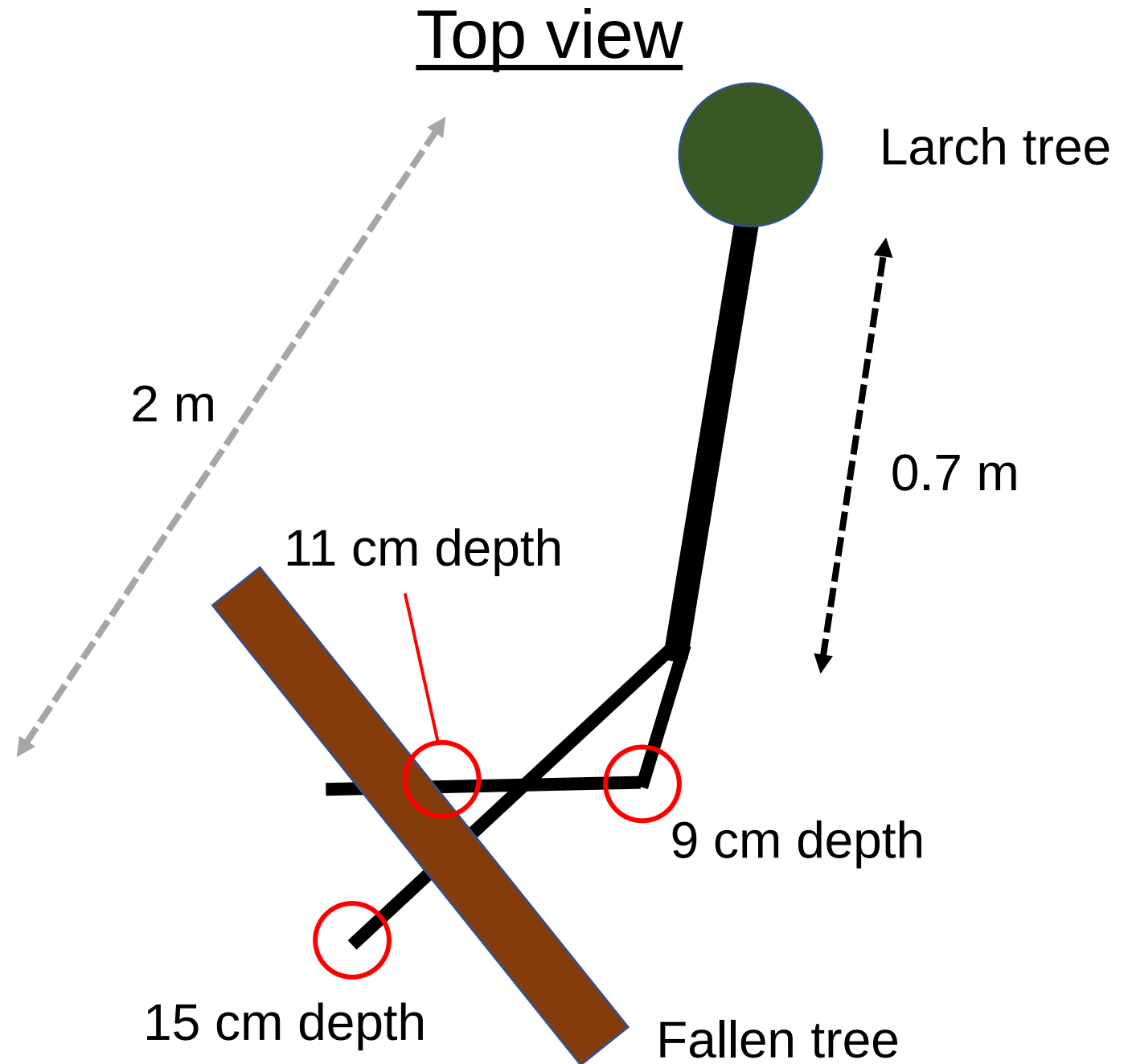
Measure diameter of larger roots



Measure soil temperature

Result (Task 1)

- 15 cm depth
at 2 m distance from tree
- To 0.7 m distance from
tree, no branch out

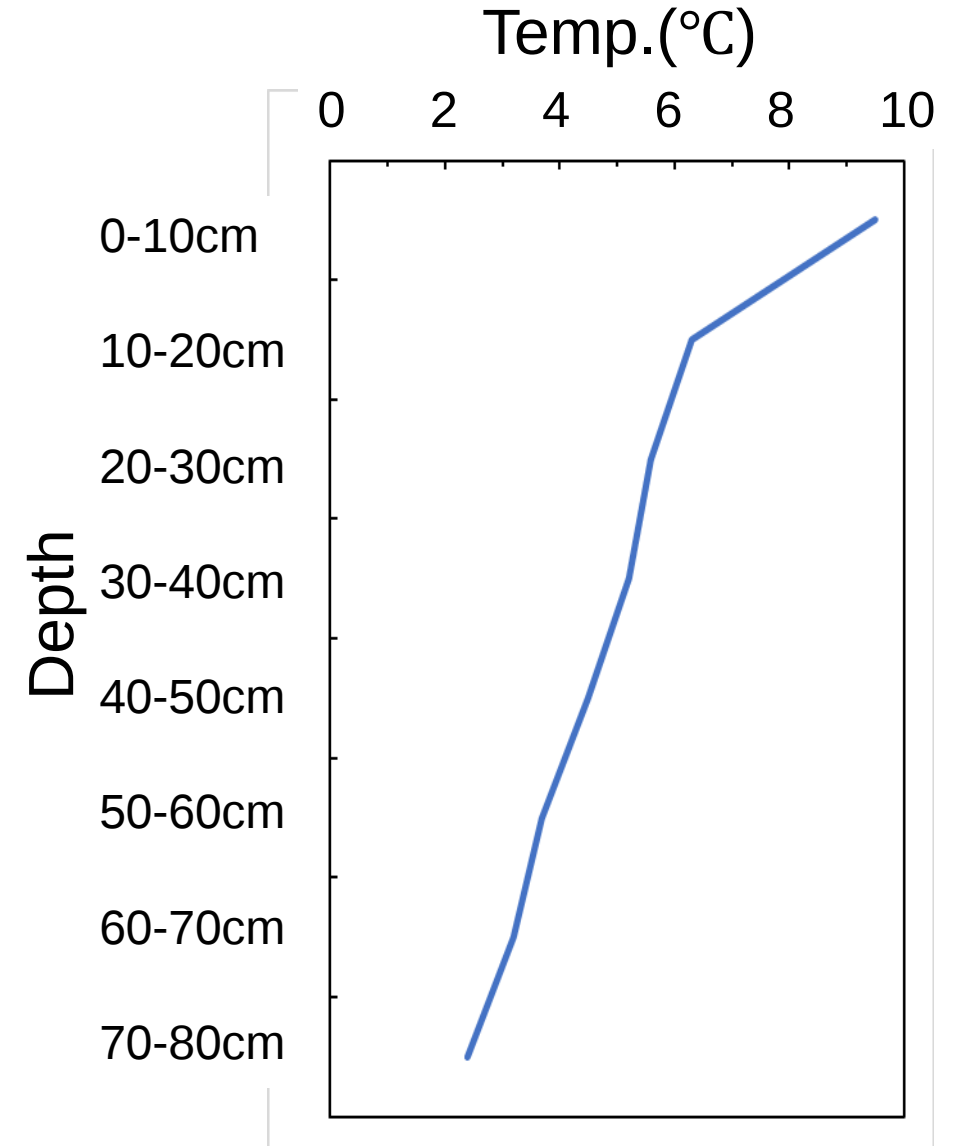


Result (Task 2)

- Soil temperature
 - Surface : About 10°C
 - 80cm depth : About 2°C



Temperature decrease with depth



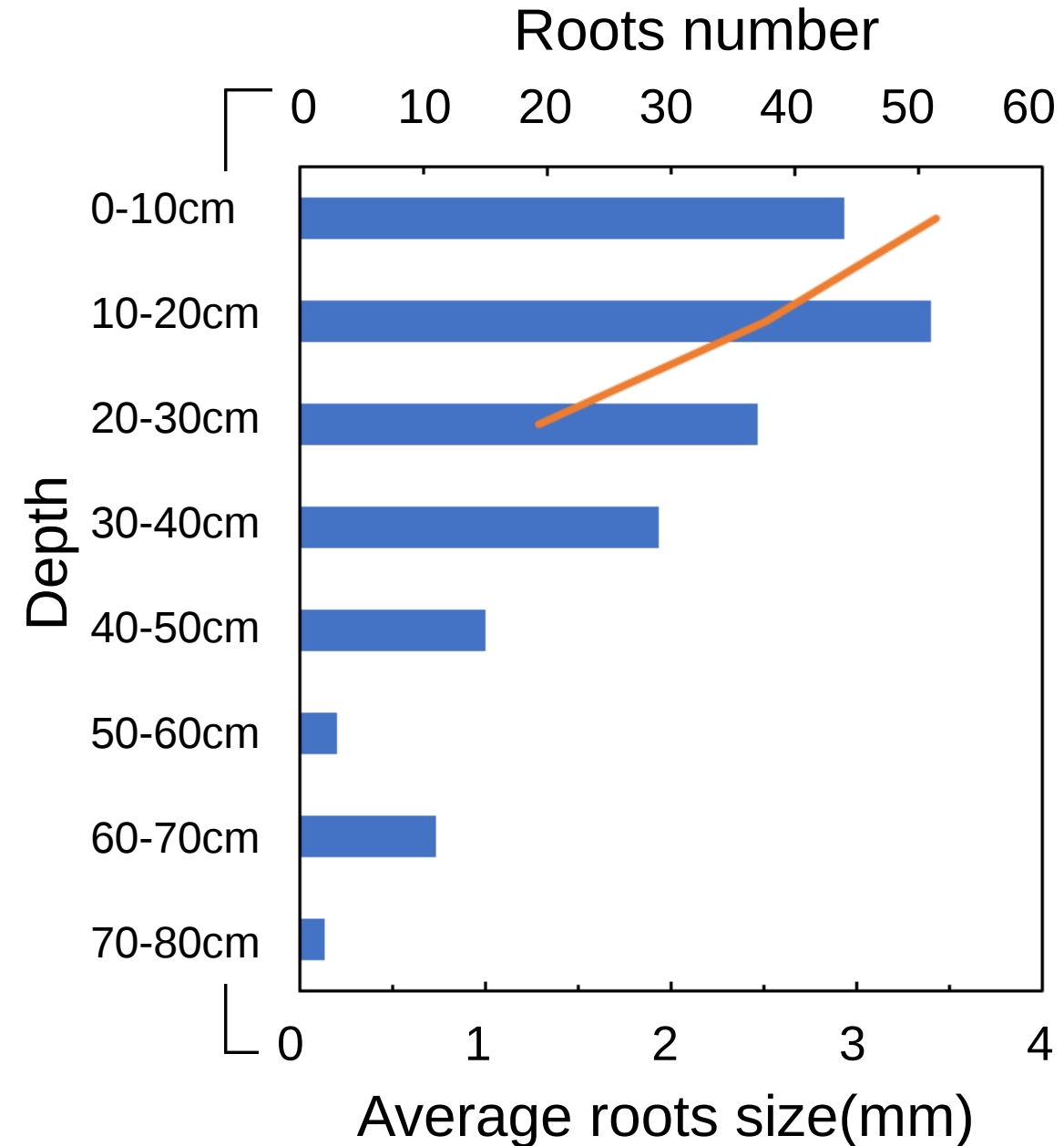
Result(Task 2)

➤Roots number

- 0-20cm depth : 40~50 roots
- 50-80cm depth : ~15 roots

➤Average root size

- 0-10cm depth : 3.4mm
- 20-30cm depth : 1.3mm



Discussion

Soil Moisture (Colored with Soil type)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	13.9		10.3		10.1		14.4			
B	13.7		20.8		10.7		10.2			
C	14.3		14.4				17.2		16.2	
D		9.7		6			23.5			16.6
E	n/a	4.4		4.3		16.9		28.2		
F	n/a	n/a	9.3		10.9		30.1		13.5	
G	n/a	n/a	n/a	25.1			6.8		6.3	
H	n/a	n/a	n/a	n/a	5.2		22.2		8.4	

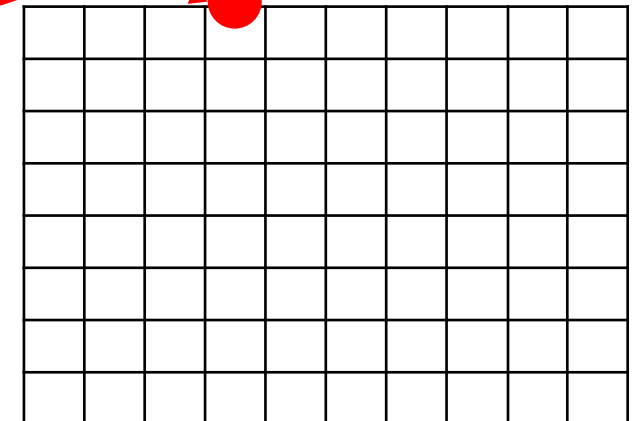
- High soil moisture above and in clay soil
→ Clay with few gaps prevents moisture penetration

Discussion

- Roots distribute in places with few clay layers
→ Roots prevent few gap soil
 - But, Sand is well drained, water reaches permafrost
→ Larch tree can't get enough water
- ↓
- Larch roots distribute deeper.

Root number of each section

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0	0	7	13	15	0	4	3	0	2
B	7	12	10	8	6	0	0	3	4	1
C	12	7	4	5	6	0	1	0	2	0
D	6	4	7	4	5	1	2	0	0	0
E	n/a	3	1	5	5	1	0	0	0	0
F	n/a	n/a	0	2	1	0	0	0	0	0



Conclusion

- Soil temperature
 - 0cm : 10°C
 - 80cm : 2°C

→ From 1.2m depth, Soil is frozen
- Roots number : Maximum at 10-20cm
- Root size : Maximum at 0-10cm
- Big root reaches in deeper soil

→ For using water above permafrost